Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über die Entwickelung der Pollenpflänzchen des Colchicum autumnale. L.

(Beitrag zur Lehre von der Äquivalenz des Pollens mit den Mikrosporen höherer Kryptogamen.)

Von Prof. **Anton Tomaschek** in Brünn.

(Mit 1 Tafel.)

Es ist Thatsache, dass die Pollenkörner sehr vieler Gewächse fern von der Narbe unter gewissen Umständen zum Keimen und Wachsen gebracht werden können.

Diese Erscheinung des Fortlebens und der Weiterentwickelung einer vom lebenden Organismus sich freiwillig trennenden Zelle ist an und für sich so merkwürdig, dass es sich gewiss der Mühe lohnt, die scheinbar unbedeutenden Regungen dieses isolirten Zellenlebens eingehend zu erforschen.

In höherem Grade beachtenswerth sind diese Wachsthumserscheinungen desshalb, weil die Pollenzelle im lebenden Organismus höherer Gewächse als Sexualorgan fungirt und in dieser Beziehung den Sporen insbesondere den Mikrosporen höherer Kriptogamen äquivalent erachtet wird. (J. Sachs, L. B. 1874, p. 480.)

Nur die genaueste Untersuchung der Entwickelungsgeschichte des Pollenschlauches und auch der Producte selbstständiger Keimung des Pollens sind geeignet, über die wahre Natur der letzteren Aufschlüsse zu ertheilen, wobei jedoch keineswegs übersehen werden darf, dass am Pollen besonders höherer Gewächse (der Angiospermen) cenogenetische Abkürzung der Entwickelung, zum Behufe der Anpassung an den eigenthümlichen, durch Wind und Insecten vermittelten Befruchtungsvorgang, in dem Grade Platz gegriffen hat, dass hiedurch die Deutlichkeit übereinstimmender Entwickelung in der Stufenfolge der Gewächse immer mehr verloren ging.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Schon in einem früheren Aufsatze: Culturen der Pollenschlauchzelle (IX. Bd., Verhandl. des naturf. Vereines, Brünn 1872) habe ich angedeutet, dass die Culturfähigkeit der Pollenzelle im Allgemeinen auf jene Lebenserscheinungen, welche dem Pollenschlauch auch bei seiner normalen Entwickelung innerhalb des Stempels und Embryosackes zukommen, zurückgeführt werden könne.

In dem Umstande, dass dem selbstständig keimenden Pollen das leitende Gewebe des Griffelcanales abgeht, liegt zunächst der Grund der Verkürzung jenes Theiles der Pollenzelle, welcher gewöhnlich als Pollenschlauch bezeichnet wird.

Diese bedeutende Verkürzung des Pollenschlauches in Folge der künstlichen Züchtung des Pollens wird jedoch zuweilen durch bedeutende Erweiterung oder häufiger durch locale, oft wiederholte kolbige oder kugelige Anschwellung insbesondere am Ende des Fadens ersetzt.

Beachtenswerth ist ferner, dass mit der fortschreitenden Entwickelung des Zellenfadens eine deutlich erkennbare Verdickung der Zellenhülle gleichen Schritt hält, welche optisch durch den eigenthümlichen seidigen Glanz der betreffenden Verdickungsschichten leicht nachweisbar ist.

Weder die äusserste Zellenhaut noch jene Verdickungsschichten zeigen, vom dritten Tage der Cultur ab, die Reaction der Cellulose; die secundäre Verdickungsschichte wird vielmehr nach Art der verholzten Zellenwände, durch Jod und Schwefelsäure gelb gefärbt. In Kalilauge gekocht und sodann mit Jod und Schwefelsäure behandelt, wird die mittlere Schichte trübviolett, die dem Protoplasma anliegende Lage rein violett oder blau gefärbt.

Die bezeichnete Verdickungsschichte lässt ihre Structur, d. i. die Zusammensetzung aus wahrscheinlich durch ungleichen Wassergehalt verschiedenen Lagen schon am zweiten oder dritten Tage der Cultur durch eine äusserst zarte Längsstreifung erkennen.

Am achten Tage der Cultur zeigten sich stellenweise Zerklüftungen zwischen den besonderen Lagen der Verdickungsschichte, welche erkennen liessen, dass nunmehr der Zelleninhalt von einer mehrfachen Hülle eingeschlossen wird. Fig. 9 und 10.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Verdickungsschichte ist in der ganzen Länge des Fadens nicht gleichmässig abgeschieden. Verschiedenartige, nach innen gerichtete knoten-, zapfen- oder leistenartige Vorsprünge und Hervorragungen lassen sich als besondere Verdickungsformen unterscheiden. Hervorzuheben ist die Ähnlichkeit einzelner dieser mannigfaltigen Verdickungsformen mit der centralen Masse der Cystolithen (Traubensteine), sowie den warzigen Vorsprüngen der Wurzelzellen der Lebermose. Zuweilen lösen sich derartige rundliche oder ovale Bildungen los und können in diesem Falle leicht für grössere Stärkekörnchen gehalten werden, deren sie durch Schichtung und durch das Vorhandensein eines centralen Risses gleichen.

Schon von Reissek (1849, 13. Bd. der k. Leopoldinisch-carolin. Akad. der Naturforsch.) wurden im Innern des Schlauches selbstständig wachsender Pollen Vorgänge beobachtet, welche er als endogene rudimentäre Zellenbildung bezeichnete.

Die bezeichneten Vorgänge können jedoch, wie ich glaube, erst jetzt deutlicher erkannt werden; nachdem eine während des Wachsthumes fortdauernde Ausscheidung von Verdickungsschichten der Zellhaut nachgewiesen ist. Diese fortdauernde Absonderung des Zellenhautstoffes steht nämlich in Verbindung mit der Entstehung endogener Zellen.

Sobald sich im Innern des Schlauches einzelne Protoplasmamassen aus dem Zusammenhange der Gesammtmasse desselben loslösen, bezieht sich die Ausscheidung neuen Zellenhautstoffes nur mehr auf diese vereinzelten Masse, wodurch diese letztere als selbstständige Zellen erscheinen. Fig. 4.

Indessen tritt zuweilen eine Fächerung (Septirung) des Zellenfadens (Schläuche) nach Art der Pilze- und Algenfäden ein. Der Vorgang hierbei ist jenem analog, welcher bei der vegetativen Zellenbildung wachsender Organe stattfindet, indem sich hier der als Verdickungsschichte bezeichnete Beleg succedan einfaltet und so allmälig zu einer Scheidewand umgestaltet, wobei bemerkt werden muss, dass die eigentliche Zellenscheidewand der durch die Einfaltung getrennten Protoplasmamassen erst später nach Vollendung der Lamelle zur Ausbildung gelangt. Fig. 5, *b*, *x* und *y*. (Vergl. Sachs, L. B. 1874, p. 17.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Das Auftreten solcher Scheidewände bleibt immer selten, die Aufeinanderfolge unregelmässig und tritt diese Erscheinung niemals so rhythmisch und in bestimmten Distanzen hervor wie bei Pilz- und Algenfäden.

Eigenthümlich ist die Bildungsweise solcher Primordialzellen innerhalb der kugeligen Enderweiterungen des Pollenschlauches.

Am Eingange in die kugelige Erweiterung befindet sich in der Regel eine zierlich gestreifte Verdickungsmasse (Fig. 7), welche ihm trichterförmig verschliesst. Durch den engen Canal des Trichters drängt sich nun eine Portion Plasma in die Höhlung der kugeligen Erweiterung und rundet sich daselbst dermassen ab, dass sie die Höhlung meist ganz ausfüllt.

Wurden am vierten Tage der Cultur so weit vorgeschrittene Pollenpflänzchen (Schläuche) ins Wasser gebracht, so erweichten sich die das kugelige Plasma umgebenden Zellhautschichten an dem vorderen Ende der kugeligen Erweiterung. Aus dem entstandenen Riss der Zellschlauchkugel trat das entweder schon gerundete oder beim Austritte sich abrundende Plasma ins Wasser über.

Dieser Vorgang ist in den Figuren 6 und 8 nach der Natur mit möglichster Genauigkeit dargestellt worden. Er verdient insofern aufmerksame Beachtung, als es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, dass auch beim natürlichem Befruchtungsprocesse des Plasma des Pollenschlauches in den Embryosack zu den Keimbläschen übertritt, indem nämlich anerkanntermassen (vergl. das Mikroskop etc. von C. Nägeli, 1877, p. 625) die Annahme der Befruchtung durch Diffusion im hohen Grade unwahrscheinlich erscheint.

Es wird als Grund der Verwerfung der letzteren Ansicht mit Recht angeführt, dass die Vererbung von Eigenschaften sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche sonst überall an die Aufnahme von geformtem Plasma geknüpft ist und durch keine noch so reichliche Ernährung mittelst Lösungen erzielt werden könne.

Dieser hier geschilderte Übertritt des geformten Plasmas ins Wasser ist durchaus nicht identisch mit jenem Vorgange, der stattfindet, wenn frische Pollenzellen ins Wasser gebracht werden oder wenn später der noch zarte Pollenschlauch unter Wasser irgendwo verletzt wird. In beiden Fällen fliesst das

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

noch ungeformte Plasma bekanntlich in darmförmig gewundenen Strömchen ins Wasser, in welchem es sich bald formlos vertheilt.

Der obige Vorgang kann vielmehr mit dem Austritte geformten Protoplasmas zum Behufe der Bildung von Schwärmsporen bei Algen oder Pilzen oder wenigstens mit dem Ausstossen des Plasmakörpers der jungen Pollenzelle, wenn dessen Specialmutterzelle unter dem Einflusse des Wassers platzt, verglichen werden (das Platzen der Specialmutterzelle bei Sachs, L. B. 1874, p. 536). Werden die Pollenpflänzchen ungestört der weiteren Entwickelung überlassen, so bleibt die kugelige Erweiterung geschlossen, das eingeschlossene Plasma überzieht sich mit einer zarten Zellhaut und wird nunmehr unter Wasser gebracht nicht mehr ausgestossen. Dieser Zustand ist in Fig. 9 dargestellt, einem Pollenpflänzchen am achten Tage der Cultur entnommen.

Die bisher dargestellten Wachsthumsvorgänge von dem Pollenpflänzchen beziehen sich in der Hauptsache auf Erscheinungen, welche im Wesen auf jene zurückgeführt werden können, die bei der Keimung des Pollens auf der Narbe und im Griffelcanal zum Behufe der Befruchtung der Keimbläschen wahrnehmbar sind.

Es muss noch einer Entwickelungsweise des Pollens bei künstlicher Aussaat erwähnt werden, welche mit Zerreissung und Abstreifung der Exine verbunden ist und ohne Schlauchbildung verläuft.

Die Abstreifung der Exine durch die sich ausdehnende Pollenzelle ist bisher als eine Eigenthümlichkeit des Pollens der Coniferen angesehen und als Unterschied derselben von dem Pollen der Angiospermen bezeichnet worden. (Sachs, L. B. p. 503.)

Gewiss mit vollem Rechte legt Sachs auf diese scheinbar unbedeutende Thatsache grosses Gewicht, da sich in derselben die Ähnlichkeit des Pollens mit den Mikrosporen, besonders der Marsiliaceen offenbart. Bei einzelnen Pollenkörnern unserer Aussaat zerreisst die Exine entweder der Länge oder Breite nach, die hiedurch befreite Pollenzelle treibt nun keinen Pollenschlauch mehr, sondern dehnt und rundet sich unter gleichzeitiger Entwickelung einer ziemlich mächtigen Verdickungsschichte zu einer das frühere Volum um das Mehrfache übertreffenden ansehnlichen Zelle aus, innerhalb welcher das Plasma Zustände annimmt, die denen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ähnlich sind, welche der Neubildung von Binnenzellen vorangehen. Fig. 1.

In diesem Umstande liegt, wie ich glaube, eine Anregung zu weiteren Culturversuchen der Pollenzelle, da ich nach dem Stande meiner gegenwärtigen Untersuchungen, die Entwickelung solcher Zellen durch die bisher erzielten Resultate nicht für abgeschlossen erachten kann.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass zwischen dem schlauchbildenden und sich zu einer abgerundeten Zelle umstaltenden Pollen Zwischenformen auftreten, wenn sich nämlich der Schlauch ungemein verkürzt und hierbei auch noch theilweise Zerreissung und Abstreifung der Exine stattfindet.

Im Extrem sind allerdings beide Entwickelungsweisen sehr verschieden, ein Umstand, der uns indessen nicht befremden darf, da auch in anderen Fällen bei verschiedener Cultur ähnliche Differenzen auftreten.

So erzeugen die Conidie der *Peronospora infestans Mont.* nach E. Hallier (Reform der Pilzforschung etc. 1875) im reinen Wasser Zoogonidien, während sie in passende Nährflüssigkeiten gebracht in lange Keimschläuche auswachsen.

Was die Methode der Aussaat betrifft, bei welcher die hier mitgetheilten Resultate erzielt wurden, so ist dieselbe ziemlich einfach.

Es wurden Pflaumen (Zwetschken) quer durchschnitten und nach Entfernung des Steinkernes in der Höhlung derselben Pollenkörner, welche unmittelbar den Antheren der frischen Pflanzen entnommen wurden, möglichst dicht eingestreut, die beiden Stücke der zerschnittenen Pflaume wurden sodann mittelst eines passenden Holzstiftes wieder eng an einander geheftet und die Pflaumen sodann auf eine Glasplatte gelegt und unter einer Glasglocke verwahrt.

Wurden solche Pflaumen nach 48 Stunden geöffnet, so zeigte sich bereits der gelbe Blüthenstaub dem freien Auge mit weissen Flocken dicht besetzt, welche leicht für Pilzfäden gehalten werden könnten.

Allein schon unter der Lupe erkennt man deutlich die oft bis 1^{mm} langen, frei in die Luft ragenden oder dem Boden angedrückten Schläuche des Pollens (Pollenpflänzchen).

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Es erscheint vortheilhaft, am zweiten Tage die beiden aneinander gehefteten Stücke wieder zu trennen und sie mit der Öffnung abwärts an eine sorgfältig gereinigte Glasplatte aufzusetzen und sie unter einer Glasglocke zu verwahren.

Solche sorgfältig gemachte Saaten bleiben bis acht Tage von der Schimmelbildung gänzlich verschont, welche wie bei anderen ähnlichen Aussaaten störend eingreifen würde.

Die Schimmelbildung tritt leichter an verletzten Stellen des Fruchtfleisches hervor, die beim Bestreuen des Fruchtfleisches mit Blüthenstaub vermieden werden müssen.

Der Schimmelbildung (*Mucor*) geht die Bildung einer Hefeform voraus, welche alsbald unter dem Mikroskope nachgewiesen werden kann, sobald das Fruchtfleisch von Fäulniss ergriffen wird. Es war daher vortheilhaft, reife Pflaumen auszuwählen, bei welchen bekanntlich der Steinkern leicht ohne Verletzung vom Fruchtfleische getrennt werden kann.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Erklärung der Abbildungen.

(Die Figuren sind mit Hilfe eines Zeisischen Instrumentes meist mit Ocular III und Objectiv *D* und *F* aufgenommen.)

Fig. 1. Die Pollenzelle (*Colchicum autumnale*) hat sich unter gänzlicher Abstreifung der Exine (bei *e*) entwickelt. *a*. Intine, *b*. Verdickungsschichten. Der Inhalt schickt sich zur Bildung von Primordialzellen an?

Am achten Tage der Cultur.

Fig. 2. Eine Pollenzelle, welche die Exine seitwärts der Länge nach gesprengt hat und sich in dieser Richtung auszudehnen beginnt. (Am vierten Tage der Cultur.)

Fig. 3. Ein Stück eines Zellefadens (Pollenschlauches) mit mannigfaltigen Verdickungsformen. Bei *x* eine frei gewordene, den Stärkekörnchen ähnliche Bildung.

Am vierten Tage der Cultur.

Fig. 4. Zur endogenen Zellenbildung. Die getrennten Plasmakörper sind von einer zarten Zellhaut umrahmt.

Fig. 5 *a*. Scheidewandbildung. Die anstossenden Plasmakörper haben noch keine eigentliche innerste Zellhautschichte entwickelt.

Fig. 5 *b*. Bei *x* die Scheidewand bildende Lamelle. Bei *y* die eigene zarte Zellhaut der anstossenden Plasmakörper.

Am achten Tage der Cultur.

Fig. 6. Das keulige Ende eines Zellfadens (Pollenschlauches) ist im Wasser am vorderen Ende aufgerissen und hat einen Plasmakörper ausgestossen. Bei *t* trichterförmiger Verschluss des Zuganges zur keuligen Anschwellung.

Am vierten Tage der Cultur. Vergleiche hierzu den Text.

Fig. 7. Die Erweichung und Zerreissung der Kugel an der Vorderseite hat noch nicht stattgefunden.

Am vierten Tage der Cultur.

Fig. 8. Ausstossung eines Plasmakörpers. Dieser bei *x* noch nicht vollständig abgerundet.

Am vierten Tage der Cultur. Das Übrige wie bei Fig. 6.

Fig. 9. Die Trennung der Verdickungsschichten ersichtlich am achten Tage der Cultur.

Fig. 10. Deutliche Zerklüftung der Verdickungsschichte bei *e*. Bei *i* eine innerste Verdickungsmasse erkennbar.

Am achten Tage der Cultur.

Fig. 11. Bei *a* eine endogene Zelle mit einer Zellhaut versehen; am achten Tage der Cultur wahrgenommen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fig. 1.

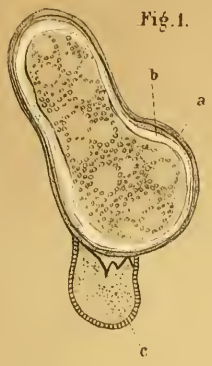


Fig. 3.

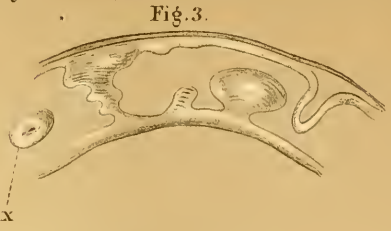


Fig. 2.

Fig. 5. a.

Fig. 4.

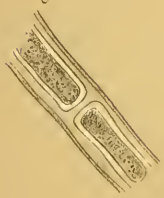


Fig. 6.

Fig. 7.

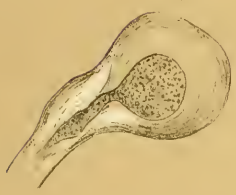


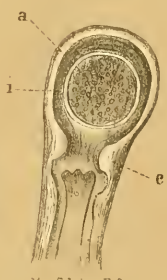
Fig. 5. b.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 8.

Fig. 11.



Druck v. J. Wagner Wien.

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. nat. Cl. LXXVI. Bd. I. Abth. 1877.